

## **TUGAS AKHIR**

# **SIFAT FISIS DAN MEKANIK BAJA KARBONISASI DENGAN BAHAN ARANG KAYU JATI**



Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Syarat-syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Jurusan Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun :

**MUH RUDI ISKANDAR**  
**NIM : D.200.04.0063**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
MEI 2012**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :  
**“Sifat Fisis dan Mekanik Baja Karbonisasi dengan Bahan Arang Kayu Jati”**

Yang dibuat untuk memenuhi syarat derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah di publikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Mei 2012

Yang menyatakan,



Muh Rudi Iskandar

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul : **“Sifat Fisis dan Mekanik Baja Karbonisasi dengan Bahan Arang Kayu Jati”**, telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Muh Rudi Iskandar**

N I M : **D 200.04.0063**

Di setujui pada :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing Utama



(Dr. Supriyono)

Pembimbing Pendamping



(Ir. Bibit Sugito, MT)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul : **"Sifat Fisis dan Mekanik Baja Karbonisasi dengan Bahan Arang Kayu Jati"** , telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Muh Rudi Iskandar**

N I M : **D 200.04.0063**

Di sahkan pada

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : **Dr. Supriyono**



Anggota 1 : **Ir. Bibit Sugito, MT**



Anggota 2 : **Bambang WF, ST, MT**



Dekan

(Ir. Agus Riyanto, SR, MT)

Ketua Jurusan

(Ir. Sartono Putro, MT)

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Nomor 04/A.3-II/TM/TA/I/2012. Tanggal 05 Januari 2012

dengan ini :

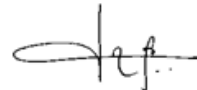
Nama : Supriyono, Dr.  
Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala  
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua \*)  
XXXXXXXXXXXXX  
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Muh. Rudi Iskandar  
Nomor Induk : D 200 040 063  
NIRM : -  
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir  
Judul/Topik : SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBONISASI DENGAN BAHAN ARANG KAYU  
JATI  
Rincian Soal/Tugas :  
- LIHAT STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN UNTUK WAKTU TAHAN 2  
DAN 4 JAM

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 05 Januari 2012.

Pembimbing



Supriyono, Dr.

Cc. : Bibit Sugito, Ir., M.T.  
Lektor Kepala

Keterangan :

- \*) Coret salah satu
- 1. Warna biru untuk Kajar
- 2. Warna kuning untuk Pembimbing I
- 3. Warna merah untuk Pembimbing II
- 4. Warna putih untuk mahasiswa

## *MOTTO*

... Barang siapa bertaqwa kepada Allah SWT, maka akan selalu ada jalan keluar dalam mengatasi kesulitan hidup ...

(QS. At-Thalaq : 2)

... Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri ...

(QS. Ar-Ra'd (13) : 11)

... Orang yang paling dicintai Allah SWT ialah yang paling bermanfaat untuk orang lain. Dan amalan yang paling dicintai-Nya adalah tindakan menyenangkan hati setiap orang muslim, menghilangkan kesulitannya, melunasi hutangnya, atau menghilangkan rasa laparnya ...

(HR. At Thabrani)

...Barang siapa berjalan disuatu jalan untuk menuntut ilmu maka Allah akan mempermudah jalan ke surga

(HR. Muslim)

...Hidup penuh cobaan, hadapilah semuanya dengan ikhlas. Raih cita dan cintamu, masa depan akan cerah pastikan itu kamu raih .....

(Muh Rudi Iskandar '04)

## **SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAJA KARBONISASI DENGAN BAHAN ARANG KAYU JATI**

**Muh Rudi Iskandar, Dr. Supriyono, Ir. Bibit Sugito, MT**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Pabelan Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura.

Email : [rudi\\_aqua@yahoo.com](mailto:rudi_aqua@yahoo.com)

### **ABSTRAKSI**

*Pack carburizing merupakan metode karburisasi yang paling sederhana, yaitu menggunakan serbuk arang sebagai penambahan unsur Karbon. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat-sifat dari baja, baik sifat fisis maupun sifat mekanis setelah mengalami proses pack carburizing dengan bahan karbon arang kayu jati.*

*Pemilihan bahan dilakukan dengan cara menguji baja lunak (mild steel) < 0,3 % C, sebagai raw material dengan alat Optical Emission Spectrometer. Specimen bersama campuran arang kayu jati dan  $\text{BaCO}_3$  dimasukkan dalam gerabah, kemudian dipanaskan dalam dapur pemanas pada temperatur 900°C dengan variasi waktu penahan selama 2 jam dan 4 jam. Specimen hasil pack carburizing diuji kekerasannya dengan metode micro Vickers menggunakan alat Micro Hardness Tester, sebanyak 9 titik. Untuk pengamatan struktur mikro digunakan alat Inverted Metallurgical Microscope.*

*Hasil pengujian komposisi kimia unsur yang paling banyak setelah besi ( $\text{Fe} = 98,0\%$ ) adalah mangan ( $\text{Mn} = 0,748\%$ ), unsur mangan ( $\text{Mn}$ ) kurang dari 8,0%, sehingga raw material ini termasuk dalam baja paduan rendah. Hasil pengamatan struktur mikro pada raw material lebih banyak ferrit dibandingkan perlit, setelah proses karburising struktur mikro dengan waktu 2 jam dan 4 jam hanya terdapat perlit dan ferrit. Semakin lama proses karburising semakin banyak pula kandungan perlit yang mengakibatkan semakin tinggi harga kekerasan. Hasil pengujian kekerasan raw materials sebesar 246.0 VHN. Pada 2 jam pada titik ke dua mengalami kenaikan 6,504% dengan nilai 262 VHN. Pada 4 jam memiliki kekerasan 279,73 VHN pada titik ke tiga, hal ini menunjukkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen raw material dan spesimen carburizing dengan waktu tahan 2 jam naik sebesar 13,711%.*

**Kata kunci : Baja lunak, Pack Carburizing, Arang kayu Jati.**

## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan inayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada penyusunan Tugas akhir ini, penulis mengambil judul "Sifat Fisis dan mekanis Baja Karbonisasi dengan Bahan Arang Kayu Jati". Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapat saran, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan yang baik ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, SR, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Sartono Putro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Dr. Supriyono, selaku Dosen Pembimbing Utama yang dengan ikhlas meluangkan banyak waktu guna memberikan saran serta arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dengan sangat baik, teliti, sabar serta ramah.
4. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT., selaku Dosen Pembimbing Pendamping, dengan segala kesabarannya telah bersedia memberikan ilmu, pengalaman dan bimbingan yang sangat berguna.
5. Bapak Nur Akhlis, ST, selaku Pembimbing Akademik penulis yang dengan sabar mengarahkan studi selama di UMS.



6. Teman-teman seperjuangan dan semua keluarga yang telah turut memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Istri dan anakku yang memberi dukungan serta menemani dalam setiap waktu agar Tugas Akhir ini dapat selesai.

Semoga Allah SWT membalas jasa kebaikan dan ketulusan anda semua dengan balasan yang lebih baik.

Dalam Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kelemahannya dalam penulisan.

Dan akhirnya penyusun hanya dapat berharap, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun pribadi khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Surakarta, Mei 2012

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above the word 'Penulis'.

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Lembar Soal Tugas Akhir .....	v
Halaman Motto .....	vi
abstraksi .....	vii
Kata Pengantar .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Simbol .....	xv
Daftar Lampiran .....	xvi
BAB I    PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Manfaat Penelitian .....	3
1.4. Pembatasan Masalah .....	3
BAB II    LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Landasan Teori .....	4
2.1.1. Baja .....	4
2.1.2. Baja Karbon .....	4
2.1.3. Klasifikasi Baja Karbon .....	6
2.1.4. Struktur Mikro Karbon .....	7
2.1.5. Diagram Fasa Fe-C .....	9
2.1.6. Perlakuan Panas ( <i>Heat Treatment</i> ).....	13
2.1.7. Pengerasan Permukaan .....	15

	2.1.8. Proses Karburisasi Padat .....	16
	2.1.9. Kelarutan Atom .....	17
	2.1.10.Sifat Fisis .....	19
	2.1.11.Sifat Mekanis .....	20
	2.2. Kajian Pustaka .....	27
BAB III	METODE PELAKSANAAN .....	29
	3.1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian .....	29
	3.2. Bahan dan alat.....	30
	3.2.1. Bahan Penelitian.....	30
	3.2.2. Alat Penelitian .....	32
	3.3. Instalasi Penelitian .....	38
	3.4. Instalasi Pengujian .....	39
	3.4.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	39
	3.4.2. Pengujian Struktur Mikro .....	40
	3.4.3. Pengujian Kekerasan .....	41
	3.5. Sampel .....	42
	3.6. Lokasi Penelitian .....	43
	3.7. Prosedur Penelitian .....	44
	3.8. Analisis Data .....	47
	3.9. Kesulitan-kesulitan .....	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	49
	4.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	49
	4.1.1. Pembahasan Pengujian Komposisi Kimia.....	50
	4.2. Pengujian Struktur Mikro.....	50
	4.2.1. Pembahasan Pengujian Struktur Mikro.....	52
	4.3. Hasil Pengujian Kekerasan .....	53
	4.3.1. Pembahasan Pengujian Kekerasan.....	55
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
	5.1. Kesimpulan .....	57
	5.2. Saran-Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN-LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Baja karbon C = 0,25 % perbesaran 500x .....	8
Gambar 2.2.	Baja karbon 0,45 % perbesaran 500x.....	8
Gambar 2.3.	Baja dengan kadar karbon C = 1 % perbesaran 500 x. ....	9
Gambar 2.4.	Diagram Fasa Fe-C .....	11
Gambar 2.5.	Larutan Difusi Substitusi .....	18
Gambar 2.6.	Larutan Difusi Interstisi .....	18
Gambar 2.7.	Proses Pengamatan Struktur Mikro .....	20
Gambar 2.8.	Metode Pengujian Kekerasan Brinell .....	21
Gambar 2.9.	Pengujian Rockwell ( <i>Cone</i> ) .....	24
Gambar 2.10.	Pengujian Rockwell ( <i>Ball</i> ) .....	25
Gambar 2.11.	Azas pengukuran kekerasan vickers .....	26
Gambar 3.1.	Diagram alir pelaksanaan penelitian .....	29
Gambar 3.2.	Material dasar ( <i>raw materials</i> ) .....	30
Gambar 3.3.	Arang kayu jati .....	31
Gambar 3.4.	Barium Karbonat ( $BaO_3$ ) .....	31
Gambar 3.5.	Semen Tahan Panas .....	32
Gambar 3.6.	Gerabah dari tanah liat .....	32
Gambar 3.7.	Dapur pemanas .....	33
Gambar 3.8.	Pemotong menggunakan Metacut .....	34
Gambar 3.9.	Pengampelasan dibantu mesin gerinda.....	35
Gambar 3.10.	Autosol .....	35
Gambar 3.11.	Gergaji mesin .....	36
Gambar 3.12.	Sarung tangan tahan api .....	36
Gambar 3.13.	Penjepit .....	37
Gambar 3.14.	Alat timbangan digital.....	37
Gambar 3.15.	Skema Penelitian .....	38
Gambar 3.16.	Alat uji komposisi kimia ( <i>Optical Emission Spectrometer</i> )..	40
Gambar 3.17.	Alat uji struktur mikro .....	41
Gambar 3.18.	Alat uji kekerasan .....	42

Gambar 3.19.	Spesimen <i>raw material</i> .....	43
Gambar 4.1	Struktur mikro material dasar baja karbon rendah ( <i>raw material</i> ) .....	50
Gambar 4.2.	Struktur mikro baja karbon rendah dengan waktu tahan carburizing 2 jam pada transisi (perbesaran 200 x). .....	51
Gambar 4.3.	Struktur mikro baja karbon rendah dengan waktu tahan carburizing 4 jam pada transisi (perbesaran 200 x) .....	51
Grafik 4.4.	kedalaman harga kekerasan pada spesimen <i>raw material</i> , <i>pack carburizing</i> 2 jam dan <i>pack carburizing</i> 4 jam .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jumlah spesimen yang akan dilakukan pengujian .....	43
Tabel 4.1. Uji komposisi spesimen dasar. ....	49
Tabel 4.2. Harga kekerasan spesimen Raw Material.....	53
Tabel 4.3. Harga Kekerasan spesimen pack carburizing 2 jam .....	53
Tabel 4.4. Harga Kekerasan spesimen pack carburizing 4 jam .....	54
Tabel 4.5. Perbedaan harga Kekerasan material dasar, <i>carburizing</i> 2 jam dan <i>carburizing</i> 4 jam .....	54

## DAFTAR SIMBOL

### Simbol

Y	= total kedalaman difusi	
t	= waktu penahanan	(jam)
K	= konstanta difusi, besarnya tergantung temperatur.	
HVN	= <i>Hardness Vickers Number</i>	(kg/mm <sup>2</sup> )
P	= Beban yang diterapkan	(kg)
D	= diagonal rata-rata	(mm)

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil pengujian komposisi baja karbon rendah
- Lampiran 2 Hasil pengujian kekerasan Vickers Mild Steel
- Lampiran 3 Hasil pengujian Kekerasan Vickers Arang Kayu Jati 2 jam dan 4 jam.
- Lampiran 4 Tabel Konversi Harga Kekerasan  
(Sumber : De Garmo. E “Material and Prosesess In Manufacturing” hal. 42-43)
- Lampiran 5 Diagram Fe-Mn
- Lampiran 6 Kartu Konsultasi Tugas Akhir